

Specie vegetali alloctone e stato di qualità dei corsi d'acqua umbri

Elisabetta Ciccarelli*, Barbara Todini, Tisza Lancioni

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, ARPA UMBRIA, Via Pievaiola-San Sisto – 06132 Perugia

* Referente per la corrispondenza: e.ciccarelli@arpa.umbria.it

Pervenuto il 12.1.2018; accettato il 26.2.2018

RIASSUNTO

Obiettivo del lavoro è quello di fornire alcune informazioni sulla diffusione di specie vegetali alloctone nei corsi d'acqua umbri, utilizzando come base conoscitiva i dati relativi al monitoraggio delle macrofite per la definizione dello stato ecologico secondo la Direttiva Quadro per le Acque 2000/60/CE. Le liste floristiche esaminate evidenziano la presenza di una quota piuttosto ridotta di specie vegetali esotiche (3%), che si sono insediate in maniera non invasiva negli habitat acquatici, in seguito all'introduzione dal continente asiatico e dall'America: *Arundo donax* L., *Elodea canadensis* Michx., *Paspalum distichum* L., *Lemna minuta* Kunth, *Bidens frondosa* L. La loro distribuzione sul reticolo idrografico regionale è piuttosto ampia, in quanto colonizzano 31 dei 43 siti monitorati, in gran parte caratterizzati da ecosistemi soggetti a disturbo antropico, infatti il 68% presenta uno stato ecologico sufficiente/scarso, al di sotto, quindi, dello stato buono fissato come obiettivo qualitativo da raggiungere in base alla Direttiva per le acque.

PAROLE CHIAVE: monitoraggio macrofite / esotiche / stato ecologico

Non-native plant species and quality status Umbrian water bodies

The aim of this paper is to provide information about the spread of the non-native plant species in the Umbria water bodies, on the basis of data under the macrophyte monitoring on defining ecological status, according to Water Framework Directive 2000/60/CE. The lists show a small share of alien plant species (3%), in fact only the *taxa* are non-native species from Asia and America: *Arundo donax* L., *Elodea Canadensis* Michx., *Paspalum distichum* L., *Lemna minuta* Kunth, *Bidens frondosa* L. These alien species are present in 31 of the 43 monitoring water bodies, with a critical ecological status: 68% water bodies show a sufficient/poor quality, below good status required by the Water Framework 2000/60/CE.

KEY WORDS: macrophyte monitoring / exotic / ecological status

INTRODUZIONE

Il monitoraggio della vegetazione acquatica, quale strumento di valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici introdotto in seguito al recepimento della Direttiva Quadro per le Acque 2000/60/CE, ha rappresentato un importante passo in avanti rispetto alle conoscenze pregresse relative alle fitocenosi vegetazionali presenti sul territorio nazionale e sul loro stato di conservazione.

La vigente normativa sulle acque risulta infatti sempre più orientata ad una gestione integrata delle risorse idriche, con l'obiettivo di salvaguardare la biodiversità e la funzionalità degli ecosistemi acquatici.

Lo stato ecologico delle acque, attualmente, è definito sulla base della distanza delle comunità biologiche rinvenute rispetto a quelle che sarebbero presenti in condizioni di "naturalità"; non si parla più, pertanto, solo di qualità dell'acqua, ma di integrità ecosistemica complessiva. L'obbligatorietà normativa del rilevamento della flora acquatica, ha imposto inoltre, ormai da diversi anni, la messa in campo di professionisti specializzati, che secondo una metodologia condivisa a livello europeo, determinano la composizione e il grado di copertura delle macrofite nelle acque superficiali, al

fine del calcolo di indici biologici in grado di definire lo stato qualitativo degli ambienti fluviali (Minciardi e Rossi, 2001; AFNOR, 2003; Minciardi *et al.*, 2003; Gerbaz *et al.*, 2005; Minciardi *et al.*, 2005; Ceschin e Salerno, 2008; Ciccarelli *et al.*, 2010; Mezzotero *et al.*, 2009; Minciardi *et al.*, 2010; Bolpagni *et al.*, 2012). Dall'analisi delle liste floristiche prodotte per il calcolo dell'indice macrofitico IBMR (AFNOR, 2003), utilizzato per la definizione dello stato di qualità dei corsi d'acqua in base alla comunità macrofitica, si possono trarre importanti indicazioni anche sul fenomeno delle invasioni biologiche nelle acque interne.

Tale problematica, emersa già dalla seconda metà dell'Ottocento, con l'avvento della "globalizzazione" è divenuta di notevole interesse, in quanto l'incremento del numero di specie, animali e vegetali, non indigene o alloctone (note anche come "esotiche", "aliene" o "neofite") assume valore esponenziale, grazie anche ai cambiamenti climatici, che hanno ampliato l'areale di distribuzione di alcune di esse (Vitousek *et al.*, 1997; Rejemánek *et al.*, 2005; Pyšek e Richardson, 2006; 2010; Bolpagni e Paduano, 2014).

Si definisce alloctona (xenofita o esotica) una specie o sottospecie che è stata introdotta dall'uomo volontariamente o accidentalmente in un territorio diverso dalla sua area di origine. Tali specie si distinguono, sulla base del grado di naturalizzazione, in casuali (specie alloctone che si riproducono spontaneamente, ma non formano popolamenti stabili e vengono mantenute solamente attraverso l'apporto di nuovi propaguli), naturalizzate (specie alloctone che formano popolamenti stabili senza bisogno di apporto di propaguli) e invasive (specie naturalizzate che, pur essendo a distanza dal proprio areale d'origine, sono in grado di diffondersi velocemente, rappresentando, quindi, una delle principali cause di riduzione del livello di biodiversità in numerosi ecosistemi) (Pyšek *et al.*, 2004; Mazzola *et al.*, 2009; Celesti-Grapow *et al.*, 2009b; 2010; Landucci e Gigante, 2010; Gigante, 2017).

Gli ambienti fluviali, sia acquatici che ripari, risultano particolarmente vulnerabili all'insediamento di entità vegetali alloctone, anche invasive, soprattutto in presenza di un importante disturbo antropico. Vi sono, infatti, specie che ricoprono rapidamente e in maniera estensiva i substrati colonizzati, fino a dominare la comunità biologica ed alterare completamente la funzionalità dell'ecosistema fluviale (Capers *et al.*, 2007; Celesti-Grapow *et al.*, 2009a; 2010).

Anche se i sistemi di classificazione della qualità dei corpi idrici, applicati a livello nazionale, non prevedono una valutazione del grado di contaminazione biologica da parte delle specie alloctone, l'interesse scientifico e normativo a livello europeo su tale tematica, in quest'ultimi anni, è sicuramente accresciuto (www.europe-aliens.org; Genovesi e Shine, 2004; DAISIE, 2009), come

dimostra l'emanazione di regolamenti atti a prevenire e gestire l'introduzione di specie aliene invasive (Regolamento UE 1143/2014). Alla luce di tutto ciò, crediamo che le informazioni derivanti dall'elaborazione del consistente data-set relativo alle macrofite dei corpi idrici umbri costituiscano un valido strumento per implementare le conoscenze sulla diffusione di specie esotiche vegetali nelle acque interne e per individuare strategie gestionali mirate alla salvaguardia della biodiversità degli ecosistemi acquatici, considerando che le alloctone, soprattutto quelle invasive, potrebbero facilmente entrare in competizione con specie endemiche di particolare valore fitogeografico (Orsomando *et al.*, 2004; Cagiotti *et al.*, 2010).

MATERIALI E METODI

Le macrofite acquatiche comprendono numerosi *taxa* vegetali, che hanno in comune le dimensioni macroscopiche. La Direttiva 2000/60/CE, recepita dal D.Lgs. 152/06, ha inserito la comunità macrofitica tra gli elementi di qualità biologica per la definizione dello stato di qualità delle acque superficiali ed ha introdotto la necessità di adottare metodologie di valutazione fondate sulla misura della distanza della comunità rilevata nel sito di indagine, rispetto alla comunità di riferimento, in assenza, cioè di "disturbo antropico". I criteri per la definizione dello stato ecologico, in base a valori di riferimento per gli Indici calcolati con i dati quali-quantitativi della comunità macrofitica, sono formalizzati nel D.M. 260/2010.

I dati analizzati si riferiscono a 131 campioni prelevati su 43 siti dei corsi d'acqua guadabili della Rete di monitoraggio delle acque superficiali dell'Umbria (Fig. 1) negli anni dal 2008 al 2015.

Le indagini sulla vegetazione acquatica sono state attuate secondo i Protocolli riportati nei Metodi biologici per le acque (APAT, 2007a-b; ISPRA, 2014). Tali metodologie prevedono sia la valutazione della copertura complessiva della comunità macrofitica (fanerogame, briofite, pteridofite e macroalghe), rispetto alla superficie dell'alveo bagnato, sia l'identificazione dei singoli *taxa* e la stima della loro copertura percentuale, rispetto all'intera comunità rinvenuta.

Per il riconoscimento degli organismi vegetali si è fatto riferimento ai seguenti manuali: Granetti, 1965a,b; Bourrelly, 1966; 1968; 1970; Pignatti, 1982; Orsomando e Catorci, 1991; John *et al.*, 2002; Molses, 2003; Wirth *et al.*, 2004; Smith, 1999; 2004; Cortini Pedrotti, 2001; 2006; Casas *et al.*, 2006; Aleffi, 2008; Bazzichelli e Abdelahad, 2009.

I dati sulla comunità macrofitica sono stati utilizzati per il calcolo dell'Indice Biologique Macrofitique en Rivière - IBMR (AFNOR, 2003) espresso come Rapporto di Qualità Ecologica RQE: infatti, i valori di IBMR riscontrati in un dato corso d'acqua vengono messi in

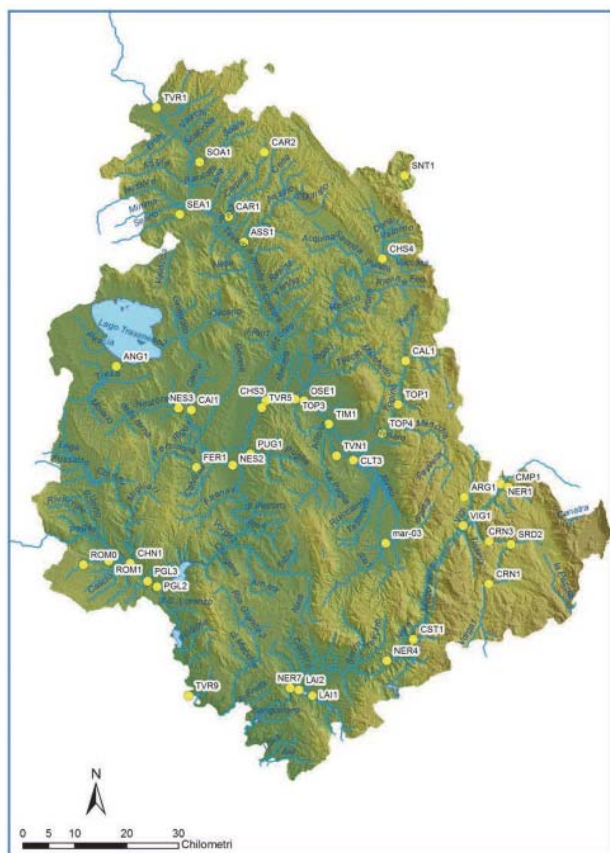


Fig. 1. Siti di monitoraggio della comunità macrofita individuati sui corsi d'acqua umbri.

rapporto con quelli definiti come “riferimento” per la medesima tipologia fluviale. Tale indice, in base ai criteri indicati nel D.M. 260/2010, contribuisce insieme a quelli degli altri indicatori biologici monitorati (diatomee, fauna ittica, macroinvertebrati) alla classificazione del corpo idrico in una delle cinque classi dello Stato ecologico (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo).

RISULTATI

Il monitoraggio delle macrofite eseguito secondo le metodologie mirate alla definizione dello stato ecologico, ha permesso l'identificazione di 152 *taxa*, di cui: 86 fanerogame (57%), 38 briofite (25%), 24 macroalghe (16%) e 4 pteridofite (3%), che caratterizzano gli habitat dei 43 corpi idrici della Rete Regionale di monitoraggio delle acque interne presi in esame.

La quota piuttosto elevata di *taxa* appartenenti alle fanerogame comprende, oltre alle specie prettamente acquatiche, anche numerose piante erbacee spondali in stretta connessione con l'alveo fluviale bagnato ed ampiamente diffuse su tutto il territorio regionale.

Le briofite presentano una buona diversificazione in specie e colonizzano prevalentemente i corsi d'acqua a regime torrentizio, con forte dinamismo delle

acque ed elevato ombreggiamento dell'area montana appenninica, mentre le specie algali costituiscono una componente importante, spesso dominante, soprattutto nei tratti fluviali di pianura a lento decorso, con elevati carichi trofici e sottoposti a forte irraggiamento.

L'esame delle liste floristiche utilizzate per il calcolo dell'indice macrofitico IBMR ha evidenziato la presenza di 5 specie alloctone appartenenti alle fanerogame: *Arundo donax* L., *Elodea canadensis* Michx., *Paspalum distichum* L., *Lemna minuta* Kunth, *Bidens frondosa* L., che rappresentano una quota piuttosto limitata (3%) rispetto ai *taxa* identificati.

Per ogni specie alloctona riscontrata vengono descritte le principali caratteristiche ed alcune informazioni sulla frequenza di ritrovamento nei diversi corsi d'acqua monitorati.

***Arundo donax* L.** (Canna comune) è una pianta erbacea perenne, cosmopolita, con fusti eretti, robusti e cilindrici, alti fino a 5 m. In condizioni favorevoli tende a formare densi canneti che colonizzano i terreni umidi dell'ambiente ripariale, degli argini dei corsi d'acqua, soprattutto quelli canalizzati, ma anche dei margini dei campi coltivati. Originaria del Continente asiatico, viene coltivata da millenni nelle regioni mediterranee, dove ora è completamente naturalizzata ed è stata inserita nell'elenco delle 100 specie esotiche invasive più dannose al mondo (Lowe *et al.*, 2000; D.G.R. Piemonte 18/12/12). La comunità vegetale monospecifica di *A. donax* entra in competizione con le piante ripariali autoctone, determina la riduzione dell'ombreggiamento con il conseguente aumento della temperatura dell'acqua e la diminuzione della concentrazione di ossigeno, interferisce con il controllo delle inondazioni ed, essendo altamente infiammabile, aumenta la probabilità della diffusione degli incendi nell'ambiente ripariale (Lowe *et al.*, 2000).

In Umbria è segnalata fin dal 1886 da diversi autori (Cicioni, 1895; Silvestri, 1891; Granetti, 1965a; Bencivenga e Granetti, 1976; Orsomando e Pedrotti, 1977; Pignatti, 1982; Viegi *et al.*, 2003). Benché *A. donax* presenti un'ampia diffusione su tutto il reticolo regionale, è stata segnalata in 9 campionamenti in 5 corsi d'acqua (F. Clitunno, F. Paglia, F. Topino, T. Caina, T. Romealla), poiché, solo in questi casi, i canneti risultavano estendersi fino all'alveo bagnato sottoposto ad indagine per la comunità macrofita. La diffusione negli habitat ripariali è molto più ampia.

***Bidens frondosa* L.** (Forbicina pedunculata): è un'erba annuale appartenente alla famiglia delle Asteraceae. Si tratta di una specie esotica invasiva che si è spostata dal Nord America al vecchio continente, in seguito ad introduzioni per uso ornamentale e per le sue proprietà medicinali (Danuso *et al.*, 2012); in Um-

bria è considerata una specie alloctona casuale (Viegi *et al.*, 2003).

Bidens frondosa non rappresenta una componente vegetale prettamente acquatica, infatti non risulta inserita nella lista di *taxa* utilizzati per il calcolo dell'Indice macrofitico IBMR, ma è una specie pioniera molto diffusa negli ambienti umidi e di greto soggetti ad inondazioni temporanee e piuttosto degradati (Vasilyeva e Papchenkov, 2011; Chun Qiang, 2016).

È stata riscontrata in 63 campionamenti, nei tratti ripariali inondati di 22 corsi d'acqua: T. Anguillara, F. Chiascio, F. Clitunno, F. Nera, F. Nestore, F. Paglia, F. Teverone, F. Tevere, T. L'Aia, T. Caina, T. Romealla, T. Fersinone, T. Marroggia, T. Assino, T. Puglia, T. Caldognola, F. Timia, T. Seano, T. Soara, T. Carpina, F. Topino, T. Chiani. Numerosi studi rivelano che può interferire con le specie native di *Bidens* (*B. tripartita* in primis) e dare luogo ad ibridizzazioni (Danuso *et al.*, 2012).

Lemna minuta Kunth (Lenticchia d'acqua minuscola): è un'idrofita natante, che predilige acque lente, mesotrofiche-eutrofiche di pozze, stagni, bracci morti (Banfi e Galasso, 2010), da mediamente a totalmente ombreggiate, scarsamente ossigenate (Ceschin *et al.*, 2016). Si tratta di una specie alloctona invasiva di recente introduzione, nativa delle aree temperate e subtropicali dell'America; attualmente risulta ampiamente diffusa in Europa (Felzines e Loiseau, 1990). Si propaga quasi esclusivamente per via vegetativa e, grazie all'elevato tasso di crescita, forma densi lamineti che riducono la luminosità e la concentrazione di ossigeno nella colonna d'acqua (Janes *et al.*, 1996). Nei siti di ritrovamento condivide l'habitat con le altre Lemnaceae, in particolare con l'autoctona *L. minor*, con la quale può entrare in competizione e alla quale si può sostituire (Iamonico, 2009; 2010).

In Umbria è stata segnalata per la prima volta nel lago Trasimeno (Gigante *et al.*, 2010; Landucci *et al.*, 2011); nel monitoraggio condotto dagli operatori di ARPA Umbria è stata riscontrata in 8 rilevamenti su 4 siti di monitoraggio (F. Clitunno, F. Nera, F. Teverone, F. Topino) (Cicarelli *et al.*, 2011).

Elodea canadensis Michx. (Peste d'acqua comune): è un'idrofita radicata sommersa, appartenente alla famiglia delle Hydrocharitaceae, che popola acque correnti, canali, stagni, laghi ed è in grado di svilupparsi anche in acque profonde, torbide e ricche di nutrienti. Nativa delle regioni temperate del Nord America, è stata introdotta nella seconda metà del 1800 negli orti botanici come pianta ornamentale degli acquari e laghetti artificiali. Negli anni '50 diventa comunissima nella pianura lombardo-piemontese ed attualmente è indicata come specie esotica invasiva che si è naturalizzata nell'Italia

centrale (D.G.R. Piemonte 35-5174 del 12/6/17). Forma fitti popolamenti monospecifici che si riproducono tramite propagazione vegetativa. Le popolazioni presenti in Europa sono costituite, infatti, solo da individui femminili (riproduzione asessuata) (Pignatti, 1982). Mostra un'elevata velocità di diffusione e capacità di colonizzazione attraverso piccole parti della pianta che vengono trasportate dalle acque correnti. Può avere in generale un impatto negativo sul funzionamento dell'ecosistema acquatico, in quanto la particolare efficacia di questa specie nell'appropriarsi dei nutrienti e dello spazio determinano una competizione con idrofite sommerse autoctone. L'eccessivo sviluppo di questa specie può impedire il normale deflusso dell'acqua con il rischio di esondazioni ed anche influenzare negativamente le attività ricreative (Bowmer *et al.*, 1995).

In Umbria è stata reperita in 6 campioni prelevati nel tratto terminale del F. Nera e nel torrente L'Aia. La presenza di *E. canadensis* è stata segnalata anche nel lago Trasimeno (Cicioni, 1895; Venanzoni e Gigante, 2000; Viegi *et al.*, 2003), benché non sia stata poi riconfermata nei successivi rilievi eseguiti dal 2005 al 2013 (Cecchetti *et al.*, 2005; Cecchetti e Lazzerini, 2007; Lazzerini *et al.*, 2010; Ciccarelli *et al.*, 2013).

Paspalum distichum L. (Panico acquatico): è un'erba ruderale perenne, segnalata in Umbria come naturalizzata (Pignatti, 1982; Viegi *et al.*, 2003). Originaria del continente americano, ha una spiccata capacità di modificare gli ecosistemi, formando tappeti monospecifici in paludi salmastre ed estuari, alterando così la composizione della comunità autoctona (Banfi e Galasso, 2015).

Tale infestante, compresa nella lista delle specie esotiche dell'Umbria fin dal 1958, è stata rilevata nell'area del Trasimeno (Viegi *et al.*, 2003; Cecchetti *et al.*, 2005). Durante il monitoraggio delle macrofite la sua presenza è stata segnalata, nel corso di 9 campionamenti, in 6 corsi d'acqua (T. Anguillara, F. Chiascio, F. Topino, F. Tevere, T. Puglia, T. Seano).

I corsi d'acqua interessati dalla presenza di *taxa* di macrofite alloctone sono 31 (72%). Nonostante non siano state applicate metodologie specifiche per rilevamenti di biodiversità mirati al censimento di specie vegetali aliene, questo primo approccio ricognitivo evidenzia un'ampia diffusione di tali componenti vegetali sul reticolo idrografico regionale.

La maggior parte delle acque superficiali interessate dalla presenza di specie alloctone risulta classificata, in base ai dati di monitoraggio dell'ultimo triennio (2013-2015), in stato ecologico sufficiente/scarso (21 corpi idrici pari al 68%), mentre 9 dei 12 corpi idrici (75%), che non sembrano aver subito colonizzazioni da parte di questi *taxa*, hanno raggiunto l'obiettivo qualitativo

fissato dalla Direttiva 2000/60/CE (stato buono/elevato).

La pressione derivante dall'introduzione di specie esotiche, allo stato attuale, sembra interessare prevalentemente siti già sottoposti a forti alterazioni antropiche. Nessuna delle specie vegetali esotiche rinvenute ha valenza unionale, cioè non risulta compresa nella lista del Regolamento UE 1143/2014. Per le specie invasive inserite in tale elenco è espressamente previsto prevenire nuove introduzioni o un'ulteriore diffusione nel territorio dell'Unione, promuovendo sistemi di allerta precoce, di eradicazione rapida alle prime segnalazioni e divieti di commercio. Tali azioni vanno gestite in modo adeguato alle circostanze specifiche degli Stati membri interessati, all'interno di un programma di gestione nazionale.

CONCLUSIONI

Le informazioni floristiche e vegetazionali raccolte ai fini del processo di classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali, pur non essendo esaustive, rappresentano un importante contributo alla conoscenza della diffusione delle piante esotiche negli ambienti fluviali dell'Umbria. Gli aspetti più interessanti evidenziati dai dati raccolti riguardano il modesto numero di entità floristiche aliene comprese nelle liste delle macrofite e l'ampia distribuzione nel reticolo fluviale regionale della specie erbacea invasiva *Bidens frondosa*, presente nel 72% dei siti monitorati.

Le due specie esotiche invasive, *Elodea canadensis* e *Lemna minuta*, caratterizzate entrambe da un'elevata velocità di diffusione e colonizzazione degli habitat acquatici, dove possono entrare in diretta competizione con entità autoctone aventi simili esigenze ecologiche, risultano attualmente distribuite in un numero limitato

dei corpi idrici monitorati.

I canneti invasivi di *Arundo donax* e i popolamenti dell'erbacea infestante *Paspalum distichum*, segnalati in fase di monitoraggio solo nei corsi d'acqua dove risultavano estesi fino all'alveo bagnato, presentano una diffusione nell'habitat ripariale sicuramente molto più ampia su tutto il reticolo regionale.

La pressione derivante dall'introduzione di specie esotiche, non rilevata dall'indice macrofitico applicato, sembra interessare allo stato attuale prevalentemente corpi idrici con uno stato ecologico sufficiente/scadente sottoposti ad alterazioni antropiche ed idromorfologiche che ne favoriscono l'insediamento. C'è da evidenziare, inoltre, che importanti corpi idrici regionali (F. Tevere, F. Nera, F. Nestore, F. Topino, F. Chiascio), interessati dalla colonizzazione di specie esotiche, ricadono in aree designate per la protezione degli habitat e delle specie (Direttiva 2000/60/CE); tale situazione rafforza la necessità di mettere in atto, nell'ambito dei Piani di gestione dei Bacini idrografici, azioni di tutela degli ecosistemi acquatici e di riqualificazione delle sponde fluviali, che comprendano il contenimento delle specie aliene, ai fini della salvaguardia della biodiversità territoriale (Direttiva 92/43/CEE).

In conclusione si richiama l'attenzione sulla necessità di implementare, nell'ambito del monitoraggio degli ambienti fluviali, metodologie integrate per la valutazione del fenomeno delle invasioni biologiche, di fornire una formazione specifica degli operatori, mirata all'identificazione tassonomica delle specie non endemiche e di istituire una banca dati che fornisca un quadro aggiornato a livello nazionale, propedeutico all'elaborazione di un Piano di gestione delle specie alloctone invasive per tutto il territorio nazionale.

BIBLIOGRAFIA

- AFNOR, 2003. *Qualité de l'eau: Détermination de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)* – NF T 90-395: 28 pp.
- Aleffi, M., 2008. *Biologia ed ecologia delle briofite*. Ed. Antonio Delfino, Roma, 448 pp.
- APAT, 2007a. *Protocollo di campionamento ed analisi per le macrofite delle acque correnti*. Metodi Biologici per le acque. Parte I. Manuali e Linee Guida APAT, Roma, 20 pp.
- APAT, 2007b. *Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre*. Metodi Biologici per le acque. Parte I. Manuali e Linee Guida APAT, Roma, 16 pp.
- Banfi E., Galasso G., 2010. *La flora esotica lombarda*. Museo di Storia Naturale di Milano. Milano, 274 pp.
- Banfi E., Galasso G., 2015. *Paspalum* (Poaceae), aggiornamento alla flora italiana. In: *Approfondimenti floristici e sistematici sulla flora d'Italia*. Orto botanico di Roma, La Sapienza Università di Roma, 20-21 novembre 2015. Società Botanica Italiana, Gruppo per la Floristica, Sistematica ed Evoluzione, Firenze, **41-42**: 67 pp.
- Bazzichelli G., Abdelahad N., 2009. *Flora analitica delle Caroficee*. Università degli Studi di Roma La Sapienza, Roma, 73 pp.
- Bencivenga M., Granetti B., 1976. La flora e la vegetazione dei terreni acidi di pianura situati nel bacino del Lago Trasimeno. Parte I: *Flora Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia*, **31**: 541-568.

- Bolpagni R., Paduano L., 2014. Tendenze evolutive della vegetazione annuale dei depositi fluviali in Italia settentrionale: ruolo delle specie alloctone e prime evidenze sugli effetti locali del global change. *Biologia Ambientale*, **28**: 49-58.
- Bolpagni R., Laini A., Racchetti E., Bartoli M., Viaroli P., 2012. Analisi delle comunità a macrofite del fiume Oglio sublacuale: prime evidenze per una loro valutazione eco-funzionale. *Biologia Ambientale*, **26** (1): 29-37.
- Bourrelly P., 1966. *Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes*. Éditions Boubée et Cie, Paris, 572 pp.
- Bourrelly P., 1968. *Les algues d'eau douce. II. Les algues jaunes et brunes*. Éditions Boubée et Cie, Paris, 517 pp.
- Bourrelly P., 1970. *Les algues d'eau douce. III. Eugleniens, Peridiniens, algues rouges et algues bleues*. Éditions Boubée et Cie, Paris, 606 pp.
- Bowmer KH, Jacobs SWL, Sainty GR, 1995. Identification, Biology and Management of *Elodea canadensis*, Hydrocharitaceae. *Journal of Aquatic Plant Management*, **33**:13-19.
- Cagiotti M.R., Landucci F., Marinangeli F., Bodesmo M., Ranfa A., 2010. Flora alloctona dell'Umbria (Italia centrale). In: Celesti-Grappow L., Pretto F., Blasi C. (Eds.) - *Flora alloctona d'Italia*. Palombi editore, Roma, 6 pp.
- Capers R.S., Selsky R., Bugbee G.J., White J.C., 2007. Aquatic plant community invasibility and scale-dependent patterns in native and invasive species richness. *Ecological Society of America*, **88** (12): 3135-3143.
- Casas C., Brugués M., Cros R.M., Sérgio C., 2006. *Handbook of mosses of the Iberian peninsula and the Balearic island*. Institut d'estudis Catalans, Barcelona, 349 pp.
- Cecchetti A., Ficola M., Lazzerini G., Pedini A., Segantini F., 2005. *Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno*. Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria. 132 pp.
- Cecchetti A., Lazzerini G., 2007. *La vegetazione idrofittica del Lago Trasimeno – Campagna di monitoraggio 2007*. Parco del Lago Trasimeno, Regione Umbria.
- Celesti-Grappow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Assini S., Banfi E., Barni E., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M.R., Camarda I., Carli E., Conti F., Del Guacchio E., Domina G., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., Lucchese F., Medagli P., Passalacqua N.G., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Vidali M., Villani M.C., Viegi L., Wilhalm T., Blasi C., 2010. Non-native flora of Italy: species distribution and threats. *Plant Biosystems*, **144** (1): 12-28.
- Celesti-Grappow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Banfi E., Bernardo L., Boviom., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., Lavalva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Villani M.C., Viegi L., Wilhalm T., Blasi C., 2009a. The inventory of the nonnative flora of Italy. *Plant Biosystems*, **143** (2): 386-430.
- Celesti-Grappow L., Pretto F., Brundu G., Carli E., Blasi C., 2009b. *Le invasioni di specie vegetali in Italia. Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità*. MATTM, Soc. Bot. It., Centro Ric. Interuniv. 'Biodiversità, Fitosociologia ed Ecologia del Paesaggio', Univ. La Sapienza Roma. Ed. Palombi & Partner, Roma, 36 pp.
- Celesti-Grappow L., Pretto F., Carli E., Blasi C., 2010. *Flora vascolare alloctona e invasive delle regioni d'Italia*. Casa editrice Università La Sapienza, Roma, 208 pp.
- Ceschin S., Leacche I., Pascucci S., Abati S., 2016. Morphological study of *Lemna minuta* Kunth, an alien species often mistaken for the native *L. minor* L. (Araceae). *Aquatic Botany*, **131**: 51-56.
- Ceschin S., Salerno G., 2008. La vegetazione del basso corso del Fiume Tevere e dei suoi affluenti (Lazio, Italia). *Fitosociologia*, **45** (1): 39-74, 2008.
- Ciccarelli E., Notargiacomo T., Charavgis F., Cingolani L., 2010. L'utilizzo delle macrofite per il controllo della qualità dei corsi d'acqua umbri: applicabilità e problemi. *Macrofite e Ambiente. EURAC Book*, **58** (3): 133-143.
- Ciccarelli E., Lancioni T., Todini B., 2013. Dallo studio delle macrofite come bioindicatori un importante contributo alle conoscenze sulla biodiversità in Umbria. *Atti XX III Congresso Nazionale della Società italiana di ecologia*. Ancona 16-18 settembre 2013. Abstract: 128.
- Ciccarelli E., Todini B., Lazzerini G., 2011. Characterization of Trasimeno aquatic vegetation. *Proceeding of 20th International Workshop European Vegetation Survey*, Roma 6-9 Aprile 2011 (Italy). Abstract: 140.
- Cicconi G., 1895. *La flora del Trasimeno: osservazioni generali*. Tipografia Santucci, Perugia.
- Cortini Pedrotti C., 2001. *Flora dei muschi d'Italia*. – Antonio Delfino Editore, I parte: 1-817.
- Cortini Pedrotti C., 2006. *Flora dei muschi d'Italia*. Antonio Delfino Editore, II parte: 819-1235.
- DAISIE, 2009. *Handbook of alien species in Europe*. Springer, 400 pp.
- Danuso F., Zanin G., Sartorato I., 2012. A modelling approach for evaluating phenology and adaptation of two congeneric weeds (*Bidens frondosa* and *Bidens tripartita*). *Ecological Modelling*, **243**, 9 pp.
- Felzines, J.C., Loiseau J.E., 1990. *Lemna minuscula* et *Azolla filiculoides* dans les vallées de la Loire moyenne et du Bas-Allier. *Le monde des Plantes*, **441**: 6-9.
- Genovesi P., Shine C., 2004. *European Strategy on Invasive Alien Species*. Nature and environment, n. 137. Council of Europe publishing, Strasbourg, 67 pp.
- Gerbaz D., Minciardi M.R., Rossi G.L., 2005. *Applicazione integrata di metodologie di monitoraggio in ambiente fluviale*. Terza Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Valle d'Aosta. – ARPA Valle d'Aosta, 6 pp.
- Gigante D., 2017. *Habitat a rischio. La prima lista rossa europea*. Rivista Micron, ARPA Umbria, **36**: 37-40.
- Gigante D., Landucci F., Fé G., Venanzoni R., 2010. *Notula 32. Lemna minuta* L. (Lemnaceae). *Notula alla flora esotica d'Italia*, **2** (22-37), *Inform. Bot. Ital.*, **42**: 387-388.
- Granetti B., 1965a. La flora e la vegetazione del Lago Trasimeno. Parte I: La vegetazione litoranea. *Riv. Idrobiol.*, **4** (3): 115-153.
- Granetti B., 1965b. La flora e la vegetazione del Lago Trasimeno. Parte II: La vegetazione idrofittica sommersa e natante. *Riv. Idrobiol.*, **4** (3): 155-183.
- Iamónico D., 2009. Aggiornamenti floristici per il genere *Amaranthus* L. (Amaranthaceae) in Italia. *Inform. Bot. Ital.*, **41** (2): 303-306.
- Iamónico D., 2010. Aggiornamenti floristici per il genere *Amaranthus* L. (Amaranthaceae) in Italia. *Inform. Bot. Ital.*, **42** (2): 499-502.
- ISPRA, 2014. *Metodi Biologici per le acque superficiali interne*. Manuali e linee guida 110/2014, 20 pp.
- Janes R., Eaton J.W., Hardwick K., 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. and *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, **340**: 23-26.
- John D.M., Brook A.J., Whitton B.A., 2002. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide*

- to *Freshwater and Terrestrial Algae*. Edited by David M. John, Brian A. Whitton, and Alan J. Brook. Cambridge University Press, Cambridge, 702 pp.
- Landucci F., Gigante D., 2010. La flora esotica dell'Umbria. Una reale minaccia per la biodiversità? Contributo al Workshop "Specie aliene in Umbria... biodiversità a rischio?". Passignano sul Trasimeno, Centro di Educazione Ambientale Panta Rei, Sabato 22 maggio 2010, 2pp.
- Landucci F., Gigante D., Venanzoni R., 2011. An application of the Cocktail method for the classification of the hydrophytic vegetation at Lake Trasimeno (Central Italy). *Fitosociologia*, **48** (2): 3-22.
- Lazzerini G., Todini B., Ciccarelli E., 2010. Prime valutazioni ecologiche sulle macrofite del Trasimeno, *Atti del Convegno organizzato da ARPA Umbria a Castiglione del Lago* PG 1-2 dicembre 2010: 100-108.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.
- Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Villani M. C., Viegi L., Wilhelm T., Blasi C., 2009. Inventory of non native flora of Italy. *Plant Biosyst.*, **143** (2): 386-430.
- Mezzotero A., Minciardi M.R., Spada C.D., Lucadamo L., Gallo L., De Filippis A., 2009. Prima caratterizzazione e valutazione delle comunità a macrofite acquatiche nei corsi d'acqua della Provincia di Cosenza. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **86**: 1-6.
- Minciardi M.R., Azzolini R., Spada D., 2010. Le macrofite acquatiche come comunità bioindicatrice negli ambienti fluviali del bacino padano: ricerche pregresse, prospettive di utilizzo e necessità conoscitive. In: *Atti del XVIII Congresso Nazionale S.It.E "Ecologia, Emergenza, Pianificazione"*, Parma 1-3 settembre 2008. *Biologia Ambientale*, **24** (1): 291-300.
- Minciardi M.R., Poma S., Rossi G.L., 2005. Qualità delle acque superficiali. In: Rossi G.L. & Minciardi M.R. (a cura di), *Un Piano per la Palude di San Genuario. Proposte per la gestione di un sito Natura 2000*. Regione Piemonte, 5 pp.
- Minciardi M.R., Rossi G.L., 2001. *La valutazione e il monitoraggio degli ecosistemi fluviali attraverso l'uso di metodiche di bioindicazione*. ENEA Rapporto Tecnico RT/AMB/2001/13, 31 pp.
- Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzolini R., Betta G., 2003. *Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino*. ENEA, Provincia di Torino, Torino, 64 pp.
- Minciardi M.R., Spada C.D., Rossi G.L., Angius R., Orrù G., Mancini L., Pace G., Marcheggiani S., Puccinelli C., 2009. *Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche*. RT/2009/23/ENEA. Roma, 37 pp.
- Molses I., 2003. *Flora dels briòfits dels paisos catalans*. Institut d'estudis Catalans, Barcelona, 279 pp.
- Orsomando E., Catorci A., 1991. *Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno*. Ed. Grafica l'Etruria, Cortona (AR), 117 pp.
- Orsomando E., Pedrotti F., 1977. La Vegetazione nei comuni della dorsale appenninica umbra (Comprensori Nursino ed Eugubino). Estratto da "Le ricerche per la elaborazione del progetto pilota per la conservazione e vitalizzazione dei centri storici della dorsale appenninica umbra". C.R.U.R.E.S., Perugia, Sez. Ricerche Naturalistiche ed Ecologiche, 14 pp.
- Orsomando E., Ragni B., Segatori R., 2004. *Siti Natura 2000 in Umbria - manuale per la conoscenza e l'uso*. Regione dell'Umbria, università di Camerino, Università degli Studi di Perugia, Perugia, 373 pp.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Voll. 1 (790 pp.) - II (732 pp.) - III (780 pp.). Edagricole. Bologna.
- Pyšek P., Richardson D.M., 2006. The biogeography of naturalization in alien plants. *Journal of Biogeography*, **33**: 2040-2050.
- Pyšek P., Richardson D.M., 2010. Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual Review of Environment and Resources*, **35**: 25-55.
- Pyšek P., Richardson D.M., Rejmánek M., Webster G.L., Williamson M., Kirschner J., 2004. Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, **53** (1): 131-143.
- Rejmánek M., Richardson D.M., Pyšek P., 2005. Plant invasion and invisibility of plant communities. In: VanDer Maarel E. (Ed.) *Vegetation Ecology*: 332-355. Blackwell Science Ltd., 395 pp.
- Silvestri F., 1891. *Contributo allo studio della Flora Mevanate*. Tip. Guerra, Perugia, 8 pp.
- Smith A.J.E., 1999. *The Liverworts of Britain & Ireland*. Cambridge University Press, Cambridge, 260 pp.
- Smith A.J.E., 2004. *The Moss Flora of Britain & Ireland*. Cambridge University Press, 1012 pp.
- Vasilyeva N.V., Papchenkov V.G., 2011. Mechanisms of influence of invasive *Bidens frondosa* L. on indigenous *Bidens* species. *Russian Journal of Biological Invasions*, **2**: 81-85.
- Venanzoni R., Gigante D., 2000. Contributo alla conoscenza della vegetazione degli ambienti umidi dell'Umbria (Italia). *Fitosociologia*, **37** (2): 13-63.
- Viegi L., Vangelisti R., D'Eugenio M.L., Rizzo A.M., 2003. Contributo alla conoscenza della flora esotica d'Italia: le specie presenti in Umbria. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, **110**: 163-188.
- Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Westbrooks R., 1997. Introduced species a significant component of human-caused global change. *New Zealand, J. Ecol.*, **21**: 1-16.
- Wei Chun Qiang, Tang Sai Chun, Pan Yu Mei, Li Xiang Qin, 2016. Effects of nutrient on competition between invasive species *Bidens frondosa* and native congener *B. tripartita*. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, **24** (6): 609-616 ref. 34.
- Wirth V., Düll R., Llimona X., Ros R.M., Werner O., 2004. *Guía de campo de los Liqueños, Musgos y hepáticas*. Ediciones Omega, 589 pp.